

## 第6回子どもの食育を考えるフォーラム

# 原子力災害における 食品の放射線汚染と 内部被ばくを考える

福島県立医科大学  
放射線健康管理学講座

大津留 晶



平成24年1月21日 飯田橋レインボービル

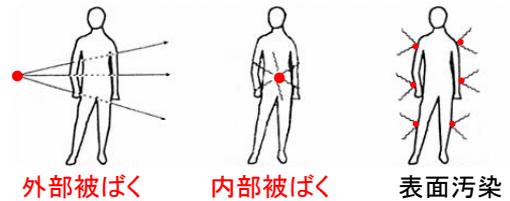
## 内 容

1. 放射線の基礎知識
2. 原爆の人体影響
3. チェルノブイリ原発事故
4. 東電福島第一原発原子力災害

## 1. 放射線の基礎知識



## 被ばくと汚染の形式



## —放射線の単位—



放射能の強さ＝  
放射線を出す能力  
(1Bq＝1秒間に1個  
の原子核が崩壊)

Bq  
ベクレル



Sv シーベルト

人 体  
線量当量…  
(Sv)

人が受けた放射線の量＝  
人体への影響はどの  
くらいか

1 Sv = 1000 mSv (ミリ・シーベルト)  
1 mSv = 1000 μSv (マイクロ・シーベルト)

## 放射線が人体に与えるリスクの指標

人体への影響は、  
「内部被ばく」も「外部被ばく」も  
「シーベルト(Sv)」  
で表すことで  
同じ指標で評価できる。

## 生活の中の放射線被ばく量は？

放射線医学総合研究所ホームページより(出典:資源エネルギー庁 2000)

**自然放射線**

大地から0.46      宇宙から0.38

空気中のラドンから1.3      食物から0.24

世界平均1人あたりの1年間放射線量: **2.4 mSv**  
(0.27 $\mu$ Sv/時)

**人工放射線**

胸部CTスキャン1回あたり: **6.9 mSv**  
(6900 $\mu$ Sv)

東京⇄ニューヨーク 往復飛行機の旅: **~0.19 mSv**  
(~7 $\mu$ Sv/時)

胸部単純X線1回あたり: **0.06 mSv**  
(60 $\mu$ Sv)

### • 体内の放射性物質

体内の放射性物質の量 (体重60kgの場合)

カリウム-40	4,000ベクレル
炭素-14	2,500ベクレル
ルビジウム-87	500ベクレル
鉛-ポロニウム-210	20ベクレル

### • 食品内の放射性物質(K-40)

米	30	ドライミルク	200	お茶	600
魚	100	牛肉	100	牛乳	50
ほうれん草	200	干しシイタケ	700		
ポテトチップス	400	干し昆布	2000		

(Bq/kg)

参考: 原子力安全研究会資料より

### 飲食物摂取制限に関する指標=>食品衛生法上の暫定規制値

核種	原子力施設等の防災対策に係る指針における摂取制限に関する指標値 (Bq/kg)	甲状腺線量50mSv/年
放射性ヨウ素 (混合核種の代表核種: <sup>131</sup> I)	飲料水	300
	牛乳・乳製品 注)	2,000
	野菜類(根菜、芋類を除く)・*魚介類	2,000
放射性セシウム	飲料水	200
	牛乳・乳製品	500
	野菜類	500
	肉・卵・魚・その他	500
ウラン	乳幼児用食品	20
	飲料水	100
	牛乳・乳製品	100
	野菜類	100
プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種	飲料水	1
	牛乳・乳製品	10
	野菜類	10
	肉・卵・魚・その他	10

実効線量5mSv/年

年間1mSv以下をめざした規制値に変更予定

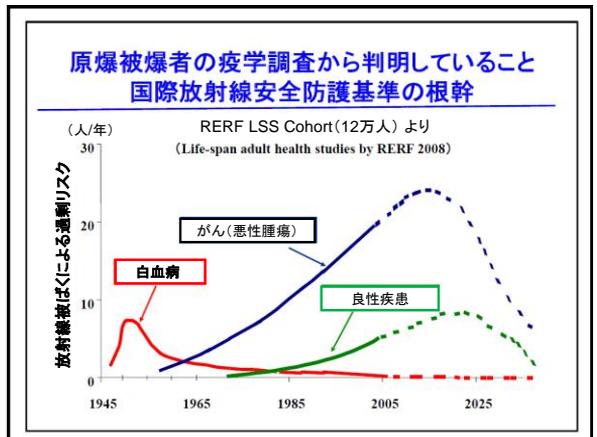
注) 100Bq/kgを超えるものは、乳幼児調製粉乳及び直接飲用に供する乳に使用しないように指導すること \*魚介類: 4月5日追加 食安発0405第1号

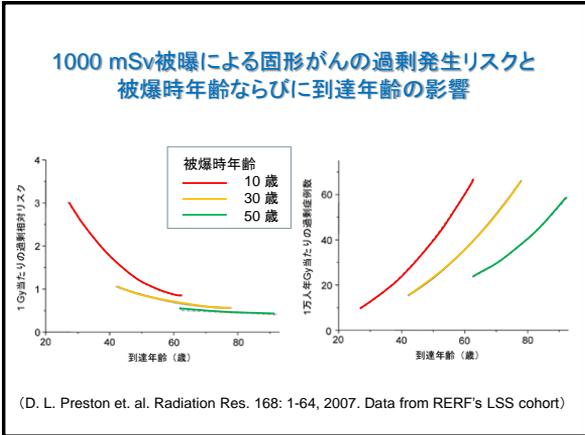
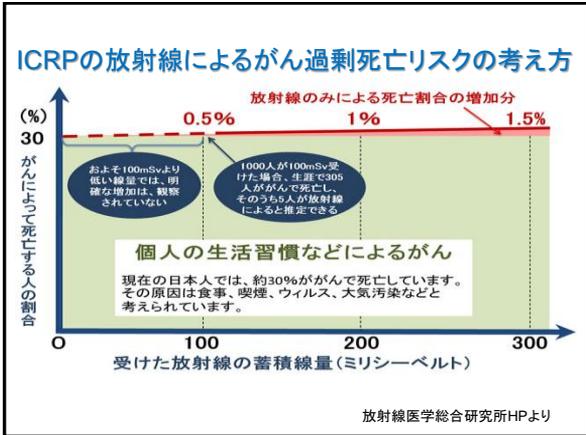
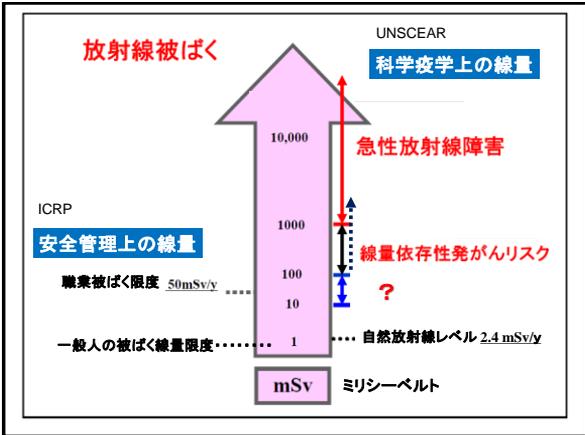
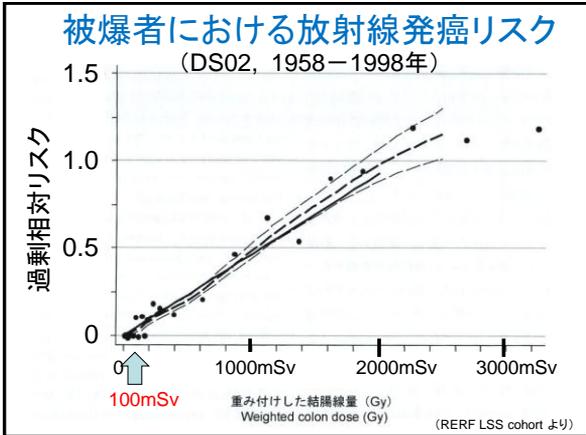
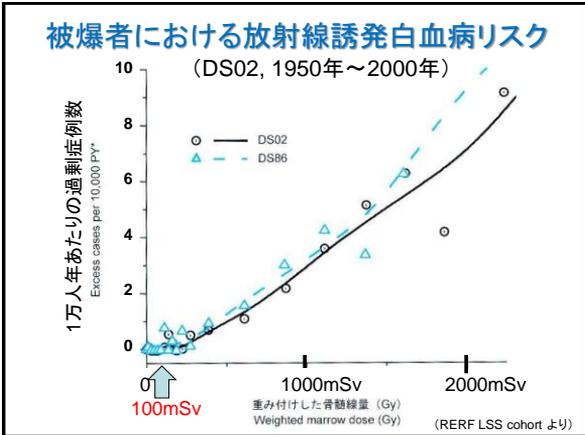
### 年間内部被ばく1mSv以下をめざした食品放射線規制値

第1欄	第2欄	第3欄
飲料水	ミネラルウォーター類(水のみを原料とする清涼飲料水)	10Bq/kg
	飲用茶(茶を原料とする清涼飲料水及び飲用に供する茶※1)	50Bq/kg
牛乳	乳及び乳製品の成分規格等に関する省令(昭和26年厚生省令第52号)第2条第1項に規定する乳及び同条第40項に規定する乳飲料	50Bq/kg
乳幼児用食品	乳児の飲食に供することを目的として販売する食品	50Bq/kg
一般食品	上記以外の食品 ※2	100Bq/kg

(H24.4より施行予定、厚生労働省発食安1227第1号H23年12月27日)

## 2. 原爆の人体影響



### 原爆被爆者の年齢別相対リスク

— 固形がん、1万人年あたり —

年齢	男性			女性		
	5 - 500 mSv	-1000	-4000	5 - 500	-1000	-4000
0-9	0.96	1.10	3.80	1.12	2.87	4.46
10-19	1.14	1.48	2.07	1.01	1.61	2.91
20-29	0.91	1.57	1.37	1.15	1.32	2.30
30-39	1.00	1.14	1.31	1.14	1.21	1.84
40-49	0.99	1.21	1.20	1.05	1.35	1.56
50+	1.08	1.17	1.33	1.18	1.68	2.03

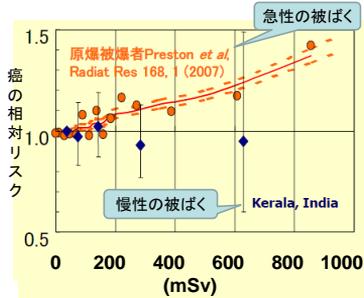
固形がんのリスクも高線量では、20才未満のリスクが高い。しかし、500mSv以下の被ばくでは、リスクが小さくて対照群(5mSv未満)との差はどの年齢でも観察されない。

Preston et al. (2007) Radiat Res 168, 1-64

### インド高自然放射線地域住民の発がん



ケララ、インド  
 戸外平均線量4 mSv/年以上  
 高い地域では~70 mSv/年



Nair et al, Health Phys 96, 55 (2009)  
 酒井一夫 放射線の人体への影響

### その他の晩発性障害

**胎児障害** 100 mSv以上 (8~15週齢)  
 200 mSv以上 (16~25週齢)  
 主な障害は精神発育遅延

**胎児の発がん** 小児よりもリスクは低い  
 200mSv以下では不明\*

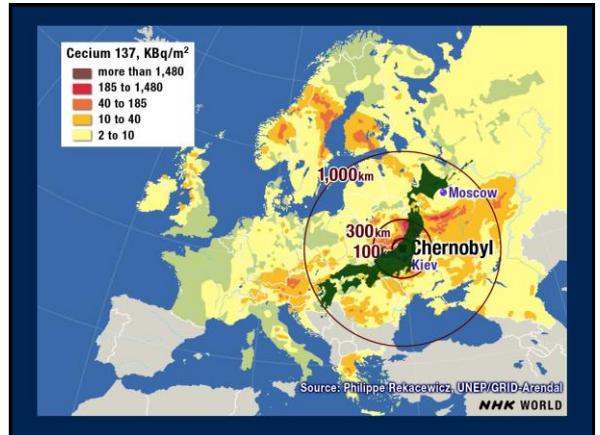
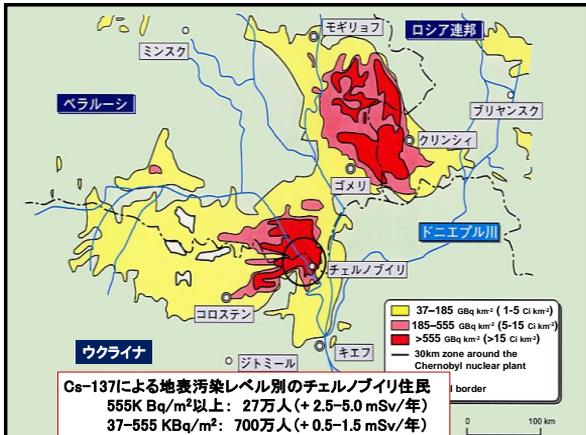
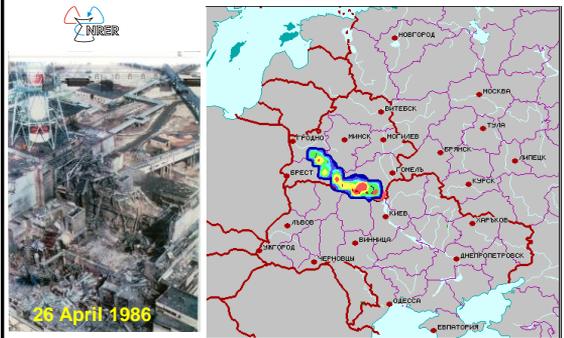
**遺伝的障害** ショウジョウバエやマウスでは認められているが、ヒトでは認められていない

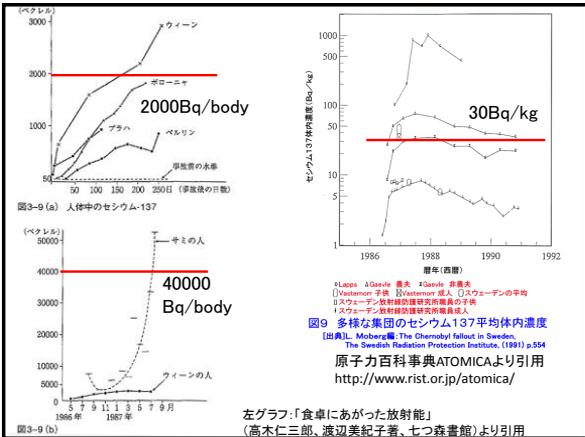
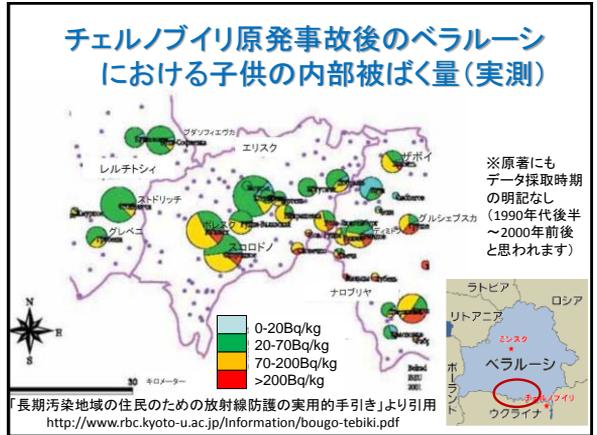
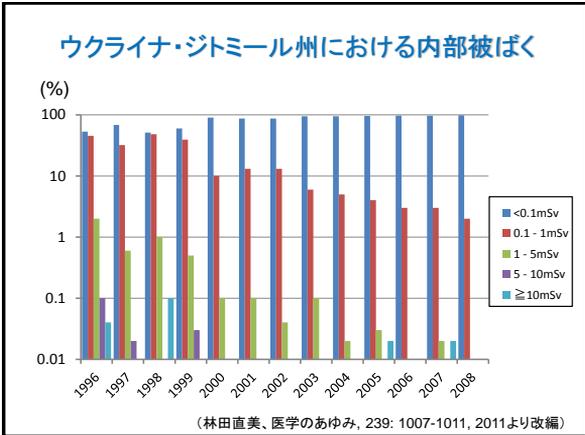
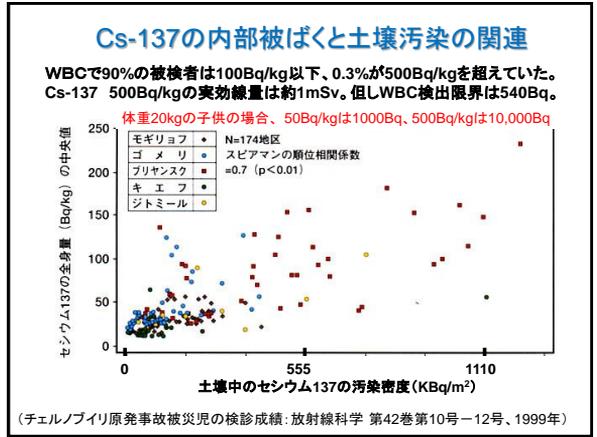
\* Preston, et al J Natl Cancer Inst 100(6):428-36, 2008.

### 3. チェルノブイリ原発事故



### チェルノブイリ原発事故 I-131プルーム シミュレーション





ベラルーシ・ゴメリ地区における  
小児甲状腺癌の生年別頻度  
(1998年～2000年における検診結果)

1983年1月1日～ 1986年4月26日生	1986年4月27日 ～12月31日	1987年1月1日～ 1989年12月31日生
31人 / 9720人	1人 / 2409人	0 / 9472人

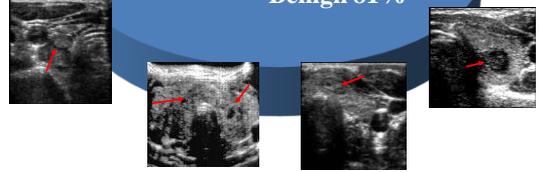
Y. Shibata et al. Lancet 358:1965-66, 2001

小児甲状腺結節の悪性度の割合

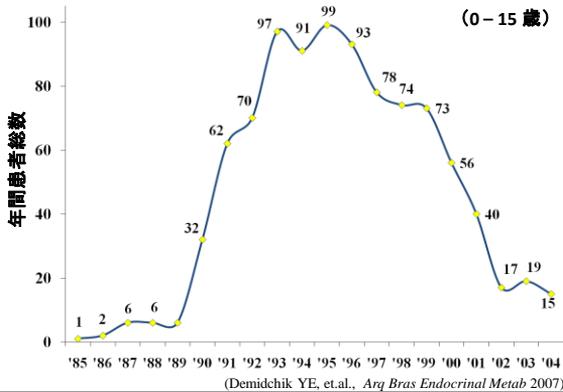
-Thyroid nodules detected in 128 children and adolescents-

Malignant 19%

Benign 81%



ベラルーシにおける小児甲状腺がんの年度別発生頻度



2006年 チェルノブイリ事故20周年のまとめ

■ IAEA・WHOなど8国際機関およびロシア、ベラルーシ、ウクライナ3共和国合同会議 (UNSCEAR2008報告書)

■ 健康影響のある人

- 急性放射線障害の症状 134人 (237人が入院)  
3ヶ月以内に28人死亡 その後20年間に15人死亡
- 小児甲状腺癌 約4800人以上  
そのうち死亡が確認された人 9名 (-15名)  
原発事故の放射性ヨウ素の食事からの内部被ばくが原因
- 白血病も含めその他の疾患の増加は確認されていない
- 精神的な障害(不顕性)が最大の健康影響; 至急対策が必要

4. 東電福島第1原発原子力災害



東北地方太平洋沖地震(2011年3月11日14:46、Mw:9.0)  
とその後の津波による全電源喪失などにより発生

福島第1原子力発電所  
1号機、2号機、3号機(運転中)  
→緊急炉心停止  
→注水機能(冷却能力)喪失  
→水素爆発による建屋破壊

4号機(定期検査中)  
→燃料プールの冷却能力喪失  
→爆発による建屋破壊

→放射性物質の環境への漏えい

36

## 福島第1原発事故と住民退避

- 3/11 16:45 原災法第15条事象通報  
21:23 半径3km圏避難指示
- 3/12 5:44 (13H後) 半径10km圏避難指示  
15:36 1号機水素爆発  
18:25 (26H後) 半径20km圏避難指示
- 3/14 11:01 3号機水素爆発
- 3/15 2号機、4号機で水素爆発
- 11:00(4日後) 半径30km圏屋内退避指示

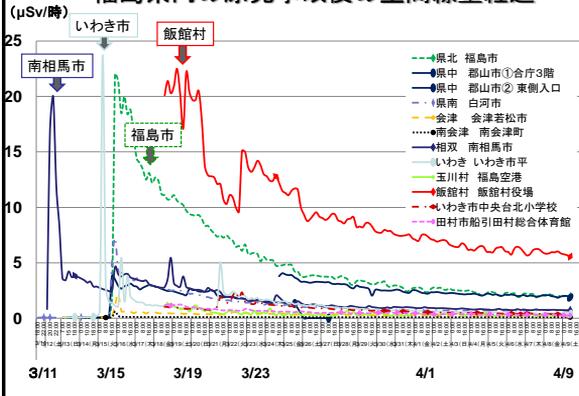
## 避難住民に対する放射線スクリーニング



スクリーニング人数	100,000cpm以上の人数
206,825人	102人

38

## 福島県内の原発事故後の空間線量経過



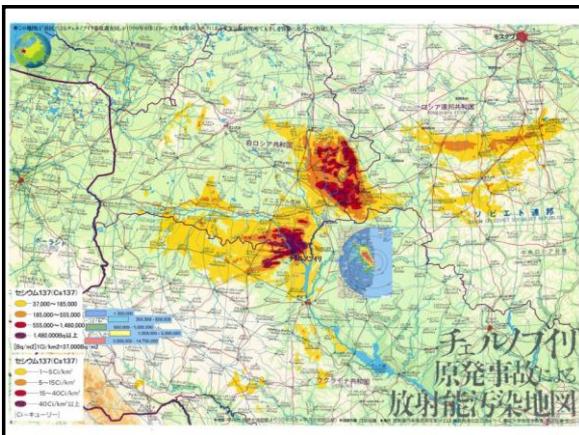
## 福島第1発電所からの放出量

- 緊急停止直後：原子炉内にあったヨウ素131はヨウ素131： 590万テラベクレル
- 3月11日から4月5日までの大気中へ放出された放射能の総量として、

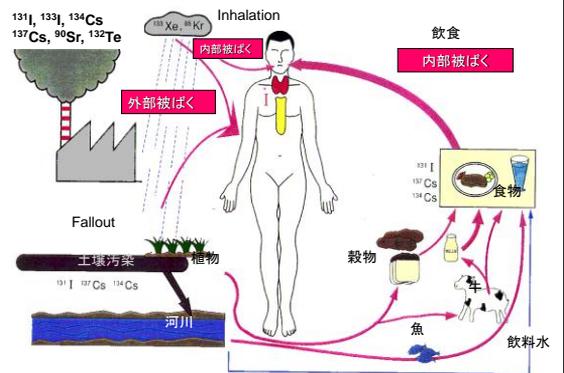
放射性ヨウ素 : 15万テラベクレル (16万TBq)  
放射性セシウム : 1.2万テラベクレル (1.5万TBq)

4月12日 原子力安全委員会発表  
(6月 原子力対策本部発表)

チェルノブイリ原発事故  
放射性ヨウ素 150 - 320万テラベクレル  
放射性セシウム 28万テラベクレル



## 原子力災害による被ばくの特徴



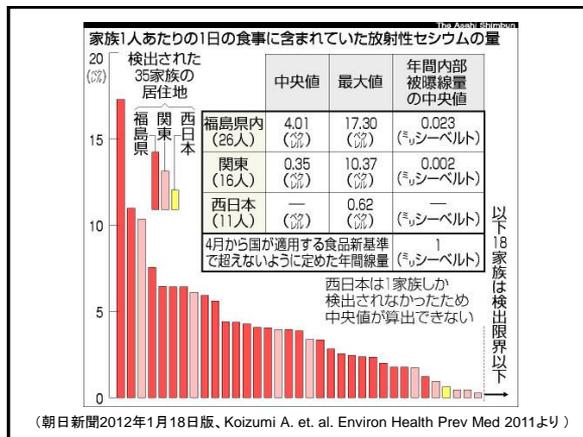
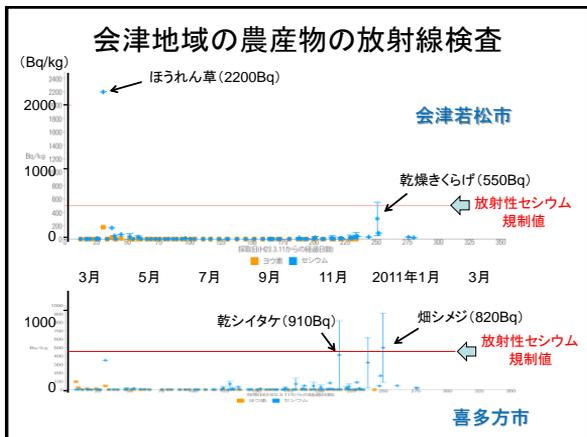


産地 市町村	採取区分	食品分類	品目	検査機関	採取日 (購入日)	結果(Bq/kg)		
						I-131	Cs-134	Cs-137
福島県	流通品	野菜類	インゲン	国立医薬品食品衛生研究所	H23.11.17	< 50	< 50	
福島県	流通品	野菜類	いちご	国立医薬品食品衛生研究所	H23.11.17	< 50	< 50	
福島県	流通品	野菜類	リンゴ	国立医薬品食品衛生研究所	H23.11.17	< 50	< 50	
福島県	流通品	野菜類	ナシ	国立医薬品食品衛生研究所	H23.11.17	< 50	< 50	
福島県	流通品	野菜類	かき	国立医薬品食品衛生研究所	H23.11.17	< 50	< 50	
田村市	非流通品	野菜類	大豆	福島県農業総合センター	H23.11.16	< 12	< 13	< 12
棚倉町	非流通品	野菜類	大豆	福島県農業総合センター	H23.11.16	< 8.2	< 14	< 12
潮倉町	非流通品	野菜類	大豆	福島県農業総合センター	H23.11.16	< 12	< 12	< 11
只見町	非流通品	野菜類	乾しいたけ	福島県衛生研究所	H23.11.16	< 6.2	27	52
雫会津町	非流通品	野菜類	乾しいたけ	福島県衛生研究所	H23.11.16	< 6.9	8.9	31
会津坂下町	非流通品	野菜類	乾しいたけ	福島県衛生研究所	H23.11.16	< 6.4	44	53
会津美里町	非流通品	野菜類	乾しいたけ	福島県衛生研究所	H23.11.16	< 6.0	< 8.6	7
浅川町	非流通品	野菜類	大豆	福島県農業総合センター	H23.11.16	< 9.2	< 13	< 11
白河市	非流通品	野菜類	大豆	福島県農業総合センター	H23.11.15	< 12	33	52
田村市	非流通品	野菜類	大豆	福島県農業総合センター	H23.11.11	< 11	< 14	< 11
田村市	非流通品	野菜類	乾しいたけ	福島県衛生研究所	H23.11.10	< 18	740	380
田村市	非流通品	野菜類	大豆	福島県農業総合センター	H23.11.9	< 8.0	< 11	< 11
福島県	流通品	野菜類	精米	国立医薬品食品衛生研究所	H23.11.9	< 50	< 50	

緊急時モニタリング検査結果について(福島県・肉)

場所	採取日時	試料の種類	注方策-131 (Bq/kg)	放射性セシウム 11品目 500Bq/kg超え得るもの品	
				セシウム-134 (Bq/kg)	セシウム-137 (Bq/kg)
いわき市	H23.8.9	豚肉	ND	ND	ND
福島市	H23.8.9	豚肉	ND	ND	ND
西郷村	H23.8.9	豚肉	ND	ND	ND
藤石町	H23.8.9	豚肉	ND	ND	ND
喜多方市	H23.8.9	豚肉	ND	ND	ND
白河市	H23.8.9	豚肉	ND	ND	ND
泉崎村	H23.8.9	豚肉	ND	ND	ND
相馬市	H23.8.8	豚肉	ND	ND	ND
喜多方市	H23.8.9	豚肉	ND	ND	ND
会津美里町	H23.8.10	豚肉	ND	ND	ND
相馬市	H23.8.10	豚肉	ND	ND	ND

食品衛生法における肉・豚・鳥・その他の畜産物類  
セシウム 500Bq/kg(セシウム-134、セシウム-137の合算値)  
※注方策-131については、「肉」の規制値が設定されていないため参考



### 放射性ストロンチウム

表 土壌及び植物試料<sup>1)</sup>の分析結果一覧

試料名	地点番号または採取地	採取日	<sup>131</sup> I	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>89</sup> Sr	<sup>90</sup> Sr	単位
陸土	浪江町	3月17日	30,000	2,300	2,300	13	3.3	Bq/kg湿土
陸土	浪江町	3月16日	100,000	20,000	19,000	81	9.4	Bq/kg湿土
陸土	飯館村	3月16日	160,000	52,000	51,000	260	32	Bq/kg湿土
植物	大玉村	3月19日	43,000	89,000	90,000	61	5.9	Bq/kg生
植物	本宮市	3月19日	21,000	57,000	57,000	28	3.7	Bq/kg生
植物	小野町	3月19日	22,000	12,000	12,000	12	1.8	Bq/kg生
植物	西郷村	3月19日	12,000	25,000	25,000	15	3.8	Bq/kg生

$^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 比=0.000066  
6月8日原子力安全委員会の評価で約1/2000~1/10000 (チェルノブイリでは、1/9程度)  
( $^{89}\text{Sr}$ の半減期50日、 $^{90}\text{Sr}$ は29年)

### 福島県でのプルトニウム検査

採取場所	採取日	空間放射線量率 [μSv/h]	Pu-238 [Bq/kg]	Pu-239+240 [Bq/kg]
田村市	3月22日 12:15頃	6.40	検出されず (0.0051±0.0023)	過去の大気圏内核実験によるものを検出 0.013 ± 0.0037
いわき市	3月21日 12:15頃	7.99	検出されず (0.0051±0.0021)	検出されず (0.0047±0.0021)
広野町 北部	3月21日 13:35頃	10.1	検出されず (0.0048±0.0011)	検出されず (0.0024±0.0017)
広野町 西部	3月21日 14:00頃	19.5	検出されず (0.0019±0.0014)	検出されず (0.0024±0.0017)

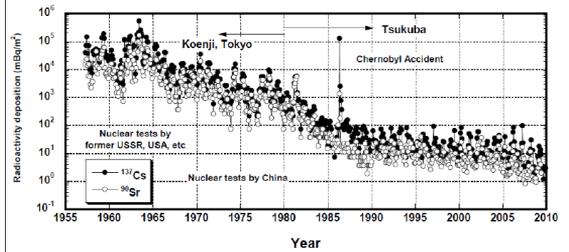
4月26日 文部科学省発表資料

## 今回の福島原発事故の特徴

- 緊急炉心停止には成功したが、メルトダウンと水素爆発により、レベル7の事故。
- 健康リスク環境汚染核種は、I-131, Cs-134, 137が主体、Sr, Puは考えなくていいレベル。
- 子供達の内部被ばくによる健康リスクは、I-131が最も重要。
- 不十分な点はあったが、食品や水の汚染検査により、出荷制限や摂取制限がなされ、内部被ばくは低減された。
- 現時点では、低線量率ではあるが、Cs-134, 137の外部および内部被ばくが制御が課題。

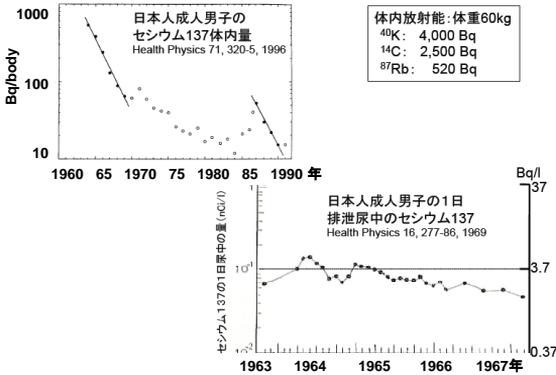
## 核実験フォールアウトデータ

気象研究所における<sup>90</sup>Srおよび<sup>137</sup>Cs 月間降下量の推移



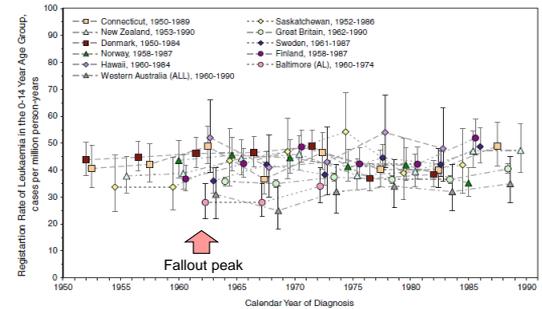
放射性降下物の長期変動と再浮遊に関する研究  
気象研究所 環境・応用気象研究部、地球化学研究部\*  
五十嵐慶人、高橋晋、財前祐二、青山道夫\*  
第52回環境放射能調査研究成果論文抄録集(平成21年度)

大気圏核実験が行われていた時代の国内の放射性セシウム量



## 核実験フォールアウトと小児白血病

大規模な癌登録がある11カ国における解析



(R. Wakeford et al. Radiat Environ Biophysics 49:213-227, 2010)

## まとめ

- 原発事故により、福島県が高バックグラウンド（低線量被ばく）地域となった。
- 放射性物質の環境汚染ともなる健康リスクをさらに低減するため、環境からの外部被ばくに加え、食物連鎖による内部被ばくを抑制する継続的な努力が必要。
- 食品や土壌・環境のモニタリングが流通レベルと生活レベルで一般化できれば、普通に生活しても、子供達の放射線健康リスクは極めて小さいと思われる。
- 単に線量低減というだけでなく、社会的な面や、心身両面からの多角的な長期サポート体制構築が重要。